

La filtración en la cervecería, parte 4: filtración de membranas

MÁXIMA SEGURIDAD DEL PRODUCTO | Los procesos de filtración tienen lugar en todas las etapas del proceso de producción de las cervecías. Sea cual sea el camino que tome la cerveza durante el proceso cervecero, antes del envasado la cerveza se somete siempre a una estabilización microbiológica final. Para ello se suele utilizar la pasteurización flash. No obstante, la filtración estéril en frío de membranas también se ha hecho un hueco en las cervecías. Este paso final de filtración ofrece numerosas ventajas a los explotadores: parte 4 de la serie de cinco artículos sobre la filtración en la cervecería.

DESARROLLAR EL SABOR y marcar el carácter: estas son las tareas en las que las etapas de filtración, como la filtración fina, desempeñan un papel importante en la cervecería. Antes de que la cerveza terminada sea envasada en barriles, botellas o latas, se examina otra vez la calidad. Esto

significa también que se debe realizar una estabilización microbiológica final antes del envasado. No obstante, esta etapa del proceso no debe influir en el sabor ni en el aspecto de la cerveza, pero es crucial para garantizar la durabilidad requerida y una alta calidad constante del producto.

■ Dos caminos para llegar a la meta

Con la pasteurización flash y la filtración de membranas, hoy en día se han establecido dos métodos para asegurar la ausencia de gérmenes en la cerveza. En la pasteurización flash, los microorganismos nocivos se destruyen térmicamente calentando la cerveza durante un tiempo definido a una temperatura de entre 72 y 75 °C. La sencilla técnica de la pasteurización flash reúne varias ventajas. Sobre todo, compensa las fluctuaciones de la calidad de las etapas del proceso aguas arriba, como la filtración fina. El inconveniente es su balance medioambiental

o de CO₂ negativo, debido al calentamiento y enfriamiento de la cerveza. Estos pasos necesitan mucha energía, que suele generarse mediante combustibles fósiles.

La filtración de membranas es una alternativa a la pasteurización flash, un proceso que demanda gran cantidad de energía. El procedimiento aún no tiene una historia tan larga como la pasteurización flash, pero se considera una alternativa de calidad superior y reúne distintas ventajas, entre ellas rentabilidad y un mejor balance de CO₂, por su menor consumo energético.

Combinadas, la pasteurización flash y la



Autor: Hans Peter Discher (B. Sc.), Product Manager Filter Media, de Eaton Technologies GmbH, Langenlonsheim, Alemania



Fig. 1 Ejemplo de cartuchos filtrantes de membrana de PES para una alta estabilidad mecánica, térmica y química y largos tiempos útiles

filtración de membranas tienen una tarea claramente definida: reducir los microorganismos nocivos para la cerveza hasta tal punto que la esterilidad, la durabilidad y la calidad de la cerveza terminada estén fuera de toda duda. En concreto, la eliminación de todos los gérmenes nocivos para la cerveza tiene como meta las bacterias lácticas, las bacterias acéticas y las levaduras que, sin el tratamiento adecuado, pueden propagarse e influir en el sabor. Además de la mayor conservabilidad, la mayor facilidad de manipulación también habla a favor del procedimiento. Y es que los socios logísticos y los minoristas de alimentación exigen esterilidad para permitir el transporte sin refrigeración y reducir el número de productos rechazados.

Los gérmenes deben quedarse fuera

La filtración de membranas se corresponde con el modo de funcionamiento de las etapas de filtración precedentes: la cerveza no filtrada atraviesa un cartucho filtrante con un tamaño de poro definido. Este retiene las levaduras y bacterias y garantiza una calidad y durabilidad impecables.

Existen cuatro materiales para la filtración de membranas:

- poliétersulfona hidrófila (PES);
- fluoruro de polivinilideno hidrófilo (PVDF);
- nilón 66 (poliamida 66), de una o dos capas;
- acetocelulosa (CA), de una o dos capas.

Los cartuchos filtrantes de nilón 66 y CA fueron los primeros en introducirse en el mercado para la filtración de membranas. A veces también se utilizaba PVDF. Sin embargo, este material, con la estructura simétrica de sus poros, no pudo imponerse para la filtración, ya que ofrece tiempos útiles relativamente cortos y solo es regenerable químicamente hasta cierto punto. La tendencia actual se orienta claramente hacia los cartuchos filtrantes de PES. Y con razón, pues la estructura asimétrica de los poros de las membranas permite un elevado caudal y asegura la estabilidad microbiológica. Los intentos de compensar las desventajas del nilón 66 y de la CA en comparación con el PES mediante versiones de dos capas tampoco tuvieron mucho éxito en la práctica. Aunque de este modo pueden competir microbiológicamente, sus menores vidas útiles y mayores costes desaconsejan su uso.

ORGANISMOS DE PRUEBA PARA ANALIZAR LA TASA DE RETENCIÓN CON RESPECTO A DISTINTOS GÉRMESES

Tamaño de los poros	Organismo de prueba	Reducción del título
0,2 µm	<i>Brevundimonas diminuta</i>	> 10 ⁷ cm ² (LRV > 7)
0,45 µm	<i>Serratia marcescens</i>	> 10 ⁷ cm ² (LRV > 7)
0,65 µm	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	> 10 ⁷ cm ² (LRV > 7)
1,0 µm	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	> 10 ⁶ cm ² (LRV > 6)

Tabla 1

Los filtros aportan seguridad y fiabilidad

En comparación con la pasteurización flash, los cartuchos filtrantes de membrana ofrecen la ventaja de que la retención microbiológica puede determinarse inequívocamente gracias al tamaño definido de sus poros. Así, la filtración de membranas aumenta considerablemente la seguridad del producto. Para estándares de calidad definidos, los cartuchos filtrantes de membrana tienen varias características que pueden aprovecharse para comprobar con certeza su rendimiento. Permiten:

- comprobar su integridad;
- una retención microbiológica validada (reducción del título o LRV = log reduction value);
- garantizar una elevada estabilidad mecánica y térmica debida, entre otros aspectos, a ciclos de vaporización garantizados y

- además, una elevada estabilidad química.

Con vistas a garantizar una calidad elevada, definida y constante del producto, la posibilidad de comprobar la integridad desempeña un papel especial entre las propiedades positivas de los cartuchos filtrantes de membrana. Existen dos métodos de ensayo habituales: destructivos y no destructivos. En el caso de un ensayo destructivo realizado por el fabricante, se determina la tasa de retención de bacterias (reducción del título). Para ello, se aplican 10 millones (10⁷) de gérmenes por cm² de superficie de filtración. Después, la cerveza filtrada estéril solo debe contener un germen de prueba o ninguno. Esto corresponde a un valor LRV de 7 o > 7. La tabla 1 muestra organismos de prueba empleados habitualmente en los ensayos destructivos de cartuchos filtrantes de membrana.

Los ensayos no destructivos los llevan a cabo tanto el fabricante de los cartuchos filtrantes como el usuario. Los fabricantes determinan para ello la tasa de difusión del aire en ml/min. Este valor proporciona información sobre la máxima difusión del aire a partir de la cual la membrana sigue filtrando de manera estéril y mantiene, por lo tanto, su integridad. Los usuarios pueden comprobar los filtros mediante la prueba de difusión o de mantenimiento de la presión, o mediante la prueba llamada "bubble point".

En el caso de los cartuchos filtrantes estándar, que tienen una superficie de filtración de 10 pulgadas o más, se ha impuesto la prueba de difusión o de mantenimiento de la presión. Con ella, los usuarios pueden comprobar la integridad de la membrana. El filtro de membranas es esterilizado, refrigerado por aire y enjuagado con agua fría para que la membrana esté completamente humectada. A continuación, la carcasa se presuriza con aire comprimido o nitrógeno a una presión de prueba preestablecida.



Fig. 2 Un dispositivo de comprobación de la integridad permite la medición completamente automática de los cartuchos filtrantes de membrana. Se pueden inspeccionar cartuchos filtrantes en carcasas tanto pequeñas como grandes

Tras un tiempo de estabilización de cinco minutos, y después de cerrar el suministro de aire comprimido, se deja un tiempo de prueba de 5 o 10 minutos. En este período, solo una cantidad definida de gas debe atravesar las membranas y solo se debe medir una caída de presión admisible. Los valores admisibles son especificados por el fabricante.

Si la superficie de filtración tiene 5 pulgadas o menos, la prueba bubble point también es una medida idónea para obtener información. Para ello, se aumenta progresivamente la presión en la carcasa hasta que el agua salga por los poros más grandes. El aire atraviesa estos poros abiertos sin impedimentos, definiendo así el bubble point. Si el bubble point es superior al valor indicado por el fabricante, la membrana está íntegra.

Debido a su función crítica en cuanto a la calidad, se han establecido normas muy estrictas no solo para el funcionamiento, sino también para la estabilidad de los cartuchos filtrantes de membrana. En concreto, se trata de la estabilidad mecánica, térmica y química.

La estabilidad mecánica de los cartuchos filtrantes de membrana se indica en presiones diferenciales máximas a las que los componentes, como los elementos de apoyo exteriores, adaptadores etc., tienen que resistir; por ejemplo, 5 bar a 20 °C. Si no se supera esta presión diferencial, el cartucho filtrante de membrana mantiene su estabilidad mecánica y la retención de los microorganismos queda garantizada.

Dado que los cartuchos filtrantes de membrana pueden esterilizarse varias veces, los requisitos de estabilidad térmica exigidos son elevados. Según el fabricante, se garantizan hasta 100 ciclos de vaporiza-



Fig. 3 Un dispositivo de medición del índice permite a los usuarios determinar la filtrabilidad para optimizar el diseño del proceso de filtración y reducir los tiempos de parada en el envasado

ción. Al final del tratamiento térmico, el material está blando, se dilata y vuelve a contraerse durante el proceso de enfriamiento. Para asegurarse de que los cartuchos filtrantes de membrana están intactos e íntegros, se recomienda realizar una prueba de integridad tras cada tratamiento térmico.

La estabilidad química cobra más importancia si los cartuchos filtrantes de membrana presentan colmataciones después de un gran número de ciclos de filtración y limpieza con agua fría y caliente. En estos casos, se aplican adicionalmente agentes de limpieza químicos que, con la adición de enzimas, se utilizan también para la regeneración, y a los que el material de los cartuchos filtrantes debe resistir.

Las pruebas aseguran el rendimiento de filtración

Su elevada estabilidad y las exhaustivas pruebas garantizan que los cartuchos fil-

trantes de membrana son apropiados para el uso previsto y cumplen completamente su función de eliminación de gérmenes. Habida cuenta de su importancia para la calidad del producto, se recomienda que las cervecerías realicen las pruebas de integridad de los cartuchos filtrantes de membrana antes de cada ciclo de producción, es decir, después de la esterilización y antes de la filtración del siguiente lote de producción. Para los usuarios, es la única posibilidad de asegurarse de que los cartuchos filtrantes de membrana mantienen su integridad y están en condiciones de filtrar de manera estéril.

La prueba de integridad debe llevarse al cabo según indique el fabricante. Además, los operadores deben fijarse en la calidad del agua utilizada para la limpieza y las pruebas de los cartuchos filtrantes de membrana. Esto significa que su calidad debe ser prácticamente igual a la de la cerveza filtrada. En caso contrario, la membrana filtrante se cargaría con sustancias colmatantes, lo que podría dar lugar a problemas con for la vida útil.

La automatización facilita las pruebas de calidad

Para que los operadores de las cervecerías y de otros sectores de la producción de bebidas puedan mantener los más altos estándares de calidad y seguridad mediante el uso de cartuchos filtrantes de membrana, la oferta de procedimientos y dispositivos para realizar las pruebas anteriormente mencionadas va en aumento. Aquí desempeña un papel cada vez mayor la automatización en condiciones de prueba definidas. Además, las interfaces de fácil acceso permiten la transferencia perfecta de los resultados de las pruebas al entorno informático ya existente.

Un ejemplo es el Beco Max2 (fig. 2). De forma completamente automática, el dispositivo de pruebas examina la integridad de los cartuchos filtrantes de membrana y ofrece hasta 10 programas y la posibilidad de memorizar hasta 40 datos de medición. Este dispositivo permite llevar al cabo la prueba de mantenimiento de la presión de forma fácil y automatizada y en condiciones definidas.

Hoy en día, también existen dispositivos automatizados para medir la filtrabilidad de

Comparabilidad de los cartuchos filtrantes de membrana del mercado

Con ayuda de los siguientes criterios, el usuario puede evaluar las diferencias entre los distintos cartuchos filtrantes de membrana:

- como material de membrana, se utiliza PES, PVDF, nilón 66 o CA;
- el log reduction value (LRV) con distintos gérmenes de prueba y tamaños de los poros se refiere a la superficie de filtración en cm² o a un elemento de 10" y es definido por los fabricantes para todos los productos;
- número de ciclos de vaporización y limpieza garantizado;
- la superficie de filtración de 0,6 a 1,2 m² por elemento de 10" ofrece un punto de referencia para la comparabilidad de los diferentes productos entre sí;
- el caudal se especifica mediante el equivalente de agua como indicador.

la cerveza lista para ser envasada, tales como el BecoLiquiControl2 (fig. 3). Antes de iniciar la filtración de membranas, el dispositivo de medición del índice filtra una muestra en condiciones definidas y con una presión constante mediante una membrana de comparación. Si la medición indica que la cerveza tiene mala filtrabilidad, es posible realizar una filtración preliminar adicional para mejorar su filtrabilidad. Los usuarios pueden aprovechar los datos medidos por el dispositivo para alargar el tiempo útil total de los cartuchos filtrantes de membrana, reducir los tiempos de parada en el envasado y optimizar el diseño del sistema de cartuchos filtrantes completo mediante ensayos preliminares. Pueden visualizar todos los valores medidos archivados, y una interfaz

Ethernet facilita la descarga de todos los datos de medición.

Filtración de membranas para la máxima calidad

La filtración de membranas se abrió paso en las cervecerías como etapa del proceso final hace más de 20 años. Desde entonces, el procedimiento se ha establecido como una medida sencilla, clara y segura para que los maestros cerveceros puedan garantizar la durabilidad, seguridad y calidad de la cerveza. Además del alto grado de automatización, las condiciones de proceso reproducibles y la alta calidad constante, la filtración de membranas convence a cada vez más usuarios por su bajo consumo energético que, en tiempos

de altos costes energéticos y fluctuaciones en la disponibilidad de energía, contribuye a la seguridad del proceso cervecero.

Ya sea en botellas, latas o barriles: las cervecerías que apuestan por la filtración de membranas como etapa final del proceso antes del envasado ofrecen a los consumidores cervezas excelentes sin concesiones. El procedimiento demuestra que la filtración es parte integrante de los procesos de las cervecerías modernas, sean grandes corporaciones multinacionales o cervecerías regionales de cerveza artesanal. La quinta y última parte de la serie de artículos sobre la filtración en la cervecería examina las ventajas que los procesos de filtración ofrecen específicamente a las pequeñas cervecerías. ■